

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/000970

International filing date: 01 February 2005 (01.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 005 057.0  
Filing date: 01 February 2004 (01.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 26 April 2005 (26.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



EPO 5/970

EPO - DG 1

04.04.2005

(44)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 005 057.0  
**Anmeldetag:** 01. Februar 2004  
**Anmelder/Inhaber:** Behr GmbH & Co KG, 70469 Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Anordnung zur Kühlung von Abgas und Ladeluft  
**IPC:** F 02 M, F 02 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 17. März 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Wallner**

---

BEHR GmbH & Co. KG  
Mausersstraße 3, 70469 Stuttgart

---

### **Anordnung zur Kühlung von Abgas und Ladeluft**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Kühlung von Abgas und Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Kühlung von Abgas und Ladeluft gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

Gemäß dem Stand der Technik werden zur Leistungssteigerung von Motoren Turbolader zur Verdichtung der Luft verwendet. Hierbei erfolgt jedoch eine Erwärmung der Luft, im Folgenden als Ladeluft bezeichnet, in Folge der Kompression im Turbolader auf Temperaturen von über 100°C. Um eine derartige Lufterwärmung zu vermindern, werden Luftkühler verwendet, die vorne im Kühlmodul angeordnet sind und zur Kühlung der Ladeluft dienen. Die Ladeluft strömt dabei durch einen Wärmetauscher, der von Umgebungsluft durchströmt und damit gekühlt wird. Dadurch ist eine Abkühlung der Ladeluft auf eine Temperatur möglich, die etwa 15-50 K über der Temperatur der Umgebungsluft liegt. Bei Teillast ist eine Abkühlung bis nahezu auf die Umgebungstemperatur möglich, jedoch verlässt das rückgeführte Abgas den Abgasrückführungs-Kühler je nach Betriebspunkt mit 150 bis 200°C. Dadurch ergibt sich insbesondere bei hohen Abgasrückföhrdaten eine relativ hohe Mischtemperatur im Saugrohr. Ursache hierfür ist, dass als Rückkühl-

medium für den Abgas-Kühler das heiße Motorkühlmittel dient, wodurch eine Abkühlung des Abgases auf unter 100°C auch bei einem sehr guten Austauschgrad des Abgas-Kühlers nicht möglich erscheint.

5 In der nachveröffentlichten DE 103 51 546 A1 wird vorgeschlagen, die hohe Temperatur des rückgeführten Abgases dadurch zu senken, dass ein weiterer Abgasrückführungs-Kühler verwendet wird, der mit Niedertemperatur-Kühlmittel oder Umgebungsluft gekühlt sein kann und dem ersten, mit Motorkühlmittel gekühlten Abgas-Kühler nachgeschaltet ist. Hierbei kann die  
10 Temperatur nach dem Mischen von Abgas und Ladeluft auf Grund der Kühlung des rückgeführten Abgasstroms durch das Motorkühlmittel nicht weit genug gesenkt werden, so dass dies sich nachteilig auf die Emissionen und den Verbrauch eines Dieselmotors auswirkt.

15 Wenn ein zusätzlicher Kühler für den Abgasstrom vorgesehen ist, der mit Niedertemperatur-Kühlmittel oder Umgebungsluft gekühlt wird, so erhöhen sich die Herstellungskosten der Anordnung deutlich.

20 Wird nach dem Zusammenführen des Abgases und der Ladeluft der Gasstrom über einen Kühler geführt, so wird die Anordnung kostengünstiger, jedoch gibt es bei dieser Variante ein Verschmutzungsproblem auf Grund der Partikel im Abgasstrom, das bei der gewünschten Wärmeübertragungsleistung nicht geklärt ist.

25 In Fig. 3 ist eine Anordnung mit direkter Ladeluftkühlung und in Fig. 4 mit indirekter Ladeluftkühlung gemäß dem Stand der Technik beispielhaft dargestellt.

30 Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung der eingangs genannten Art zu verbessern, wobei bei möglichst geringen Herstellungskosten eine opti-

- 3 -

mierte Abkühlung des Gasgemisches aus rückgeführtem Abgas und Ladeluft ermöglicht werden soll.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Anordnung mit den Merkmalen des  
5 Anspruchs 1.

Erfindungsgemäß ist eine Anordnung zur Kühlung von rückgeführtem Abgas  
und Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader mit mindestens  
je einem Wärmetauscher für den Abgasstrom und einem Wärmetauscher für  
10 den Ladeluftstrom, vorgesehen, wobei mindestens jeweils ein Wärmetau-  
scher für den Abgasstrom und ein Wärmetauscher für den Ladeluftstrom Teil  
eines gemeinsamen Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs sind.

Vorzugsweise sind die beiden Wärmetauscher im Niedertemperaturkühlmit-  
15 tel-Kreislauf parallelgeschaltet, wobei die Kühlmittelverteilung bedarfsorien-  
tiert erfolgt, d.h. bei geringer Motorlast/Drehzahl wird insbesondere der Ab-  
gas-Kühler und bei hoher Motorlast/Drehzahl wird insbesondere der Lade-  
luft-Kühler von Kühlmittel durchströmt. Im Falle maximaler Motor-  
last/Drehzahl wird bevorzugt ausschließlich der Ladeluft-Kühler durchströmt.

Zum Umwälzen des Kühlmittels ist im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf  
eine Pumpe angeordnet, wobei es sich bevorzugt um eine schaltbare, gege-  
20 benenfalls auch regelbare Pumpe handelt.

Die Pumpe ist bevorzugt vor der Verzweigung des Niedertemperaturkühl-  
25 mittel-Kreislaufs angeordnet, so dass beide Zweige des Niedertemperatur-  
kühlmittel-Kreislaufs optimal mit Kühlmittel versorgt werden können.

Zur Regelung des Kühlmittelstroms im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf  
30 ist bevorzugt in einem der beiden parallelgeschalteten Bereiche des Nieder-  
temperaturkühlmittel-Kreislaufs ein Drosselorgan, vorzugsweise ein Drossel-

ventil, angeordnet. Dieses ist bevorzugt im Teil nach dem Ladeluft-Kühler am Kühlmittelaustritt angeordnet, da die Austrittstemperatur des Kühlmittels aus dem Ladeluft-Kühler in Zusammenhang mit der Belastung des Motors steht, so dass eine einfache temperaturabhängige Regelung möglich ist, bevorzugt über ein Dehnstoffelement.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mit Varianten unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen:

10

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Kühlung von Abgas und Ladeluft bei einem Kraftfahrzeug gemäß dem Ausführungsbeispiel,

15

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Verlaufs der abzuführenden Wärmemenge im Ladeluft-Kühler und Abgas-Kühler über der Motorlast, wobei die maximale Kühlleistung bei einer herkömmlichen Anordnung mit einer erfindungsgemäßen Anordnung verglichen wird,

20

Fig. 3 eine Anordnung mit direkter Ladeluftkühlung gemäß dem Stand der Technik, und

25

Fig. 4 eine Anordnung mit indirekter Ladeluftkühlung gemäß dem Stand der Technik.

30

Eine Anordnung A zur Kühlung von Abgas AG und Ladeluft LL bei einem Kraftfahrzeug mit einem (Abgas-)Turbolader ATL weist einen Hauptkühlmittel-Kreislauf HK und einen Nebenkühlmittel-Kreislauf NK auf, auf die an späterer Stelle näher eingegangen wird.

Vom Turbolader ATL wird Frischluft FL (angedeutet in Fig. 1 durch einen Pfeil) aus der Umgebung angesaugt, diese verdichtet, in einem Ladeluft-Kühler LLK gekühlt und einem Motor M zugeführt. Gemeinsam und vermischt mit der verdichteten, gekühlten Ladeluft LL wird dem Motor M über eine Abgasrückführung AGR zurückgeführtes und mittels eines Abgas-Kühler AGK gekühltes Abgas AG zugeführt, welches je nach Bedarf dem Abgasstrom nach Verlassen des Motors M abgezweigt, rückgeführt und der Ladeluft LL beigemischt wird oder abgeführt (angedeutet durch einen Pfeil in Fig. 1) wird.

Die Motorkühlung erfolgt mittels eines im Hauptkühlmittel-Kreislauf HK zirkulierenden Kühlmittels, welches über eine Hauptwasser-Pumpe HWP umgewälzt wird. Je nach Temperatur nach Durchströmen des Motors M wird das Kühlmittel, geregelt durch einen Thermostaten T, durch einen unterstützt von einem Lüfter-L luftgekühlten Hauptkühlmittel-Kühler HKK oder vorbei an diesem durch einen Motorbypass MB und wieder zur Pumpe HWP geleitet.

Die Kühlung der Ladeluft LL sowie des Abgases AG erfolgt mittels eines im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf NK zirkulierenden Kühlmittels, das von einer schaltbaren Zusatzwasser-Pumpe ZWP umgewälzt wird. Kurz nach der Pumpe ZWP ist eine Verzweigung VNK vorgesehen, wobei ein Weg über den Abgas-Kühler AGK und der zweite Weg über den Ladeluft-Kühler LLK und ein hiernach angeordnetes und der Regelung der Kühlmittelverteilung dienendes, temperaturgesteuertes Drosselventil DV führt. Die beiden Kühlmittelströme werden anschließend wieder zusammengeführt und durchströmen einen parallel in Luftströmungsrichtung gesehen vor dem Hauptkühlmittel-Kühler HKK angeordneten Niedertemperaturkühlmittel-Kühler NKK und gelangen wiederum zur Pumpe ZWP.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, steigt der Kühlbedarf, d.h. die abzuführende Wärmemenge, im Ladeluft-Kühler LLK mit zunehmender Motorlast an, wäh-

- 6 -

rend der Kühlbedarf des Abgas-Kühlers AGK im mittleren Motorlastbereich maximal ist und bei weiter steigender Motorlast wieder auf etwa Null abfällt, so dass sich ein Gesamtkühlbedarf ergibt, der bis zu etwa 50%-iger Motorlast stetig ansteigt und annähernd auf dem Maximalwert verbleibt.

5

Da die Kühlmitteltemperatur am Kühlmittelaustritt des Ladeluft-Kühlers LLK in Zusammenhang mit der Motorlast steht, ermöglicht das Drosselventil DV, vorliegend ein Dehnstoffelement, auf einfache und kostengünstige Weise eine weitgehend optimierte Verteilung des Kühlmittelstroms auf die beiden Kühler AGK und LLK, so dass bei niedrigen bis mittleren Motorlasten und Drehzahlen hauptsächlich der Abgas-Kühler AGK durchströmt wird, während im Bereich der Volllast und bei hohen Drehzahlen hauptsächlich der Ladeluft-Kühler LLK durchströmt wird, und sich insgesamt die Mischtemperatur aus rückgeführtem Abgas AG und Ladeluft LL dem erreichbaren Minimum sehr stark annähert.

10

15

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist ein Drosselorgan in der Abgasrückführung AGR oder an einer anderen Stelle der Ladeluftführung angeordnet. Dabei wird die Kühlmitteltemperatur am Austritt des Abgas-Kühlers AGK und des Ladeluft-Kühlers LLK jeweils mittels eines Sensors ermittelt und das Drosselorgan über eine entsprechend definierte Logik angesteuert.

20

Ferner kann eine regelbare Zusatzkühlmittel-Pumpe anstelle der gemäß dem Ausführungsbeispiel vorgesehenen schaltbaren Zusatzkühlmittel-Pumpe ZKP vorgesehen sein. Diese ermöglicht eine genauere Anpassung des Kühlmittelvolumenstroms an den aktuellen Bedarf, jedoch sind die Kosten für eine regelbare Pumpe und die entsprechende Steuerung deutlich höher als die Kosten einer einfacheren Pumpe.

25

30

Als dritte Variante ist auch eine serielle Anordnung der Wärmetauscher im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf möglich, diese bedingt jedoch eine



- 7 -

Vorerwärmung des Kühlmittels beim Eintritt in den stromabwärts angeordneten zweiten Wärmetauscher durch die Wärmelast des ersten Wärmetauschers, was zu einer erhöhten Temperatur des Gasgemisches führt. Dabei kann beispielsweise am ersten Wärmetauscher ein bevorzugt über ein Drosselorgan regelbarer Kühlmittel-Bypass vorgesehen sein.

5

5

## Bezugszeichenliste

- 10 A Anordnung zur Kühlung von rückgeführtem Abgas und Ladeluft  
AG Abgas  
AGK Abgas-Kühler  
AGR Abgasrückführung  
ATL Abgasturbolader
- 15 DV Drosselventil  
FL Frischluft  
HK Hauptkühlmittel-Kreislauf  
HKK Hauptkühlmittel-Kühler  
HWP Hauptwasser-Pumpe
- 20 L Lüfter  
LL Ladeluft  
LLK Ladeluft-Kühler  
M Motor  
MB Motorbypass
- 25 NK Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf  
NKK Niedertemperaturkühlmittel-Kühler  
T Thermostat  
ZWP Zusatzkühlmittel-Pumpe

5

## Patentansprüche

10

1. Anordnung (A) zur Kühlung von rückgeführtem Abgas (AG) und Ladeluft (LL) bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader mit mindestens je einem Wärmetauscher für den Abgasstrom und einem Wärmetauscher für den Ladeluftstrom, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens jeweils ein Wärmetauscher für den Abgasstrom und ein Wärmetauscher für den Ladeluftstrom Teil eines gemeinsamen Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) sind.

15

20

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Wärmetauscher im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf (NK) parallelgeschaltet sind.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf (NK) eine Pumpe (ZWP) angeordnet ist.

25

30

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (ZWP) regelbar oder schaltbar ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (ZWP) vor der Verzweigung des Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) angeordnet ist.

6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Teil des Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) ein luftgekühlter Niedertemperaturkühlmittel-Kühler (NKK) ist.

5

7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drosselorgan zur Regelung des Kühlmittelstroms im Niedertemperaturkühlmittel-Kreislauf (NK) in einem der beiden parallelgeschalteten Bereiche des Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) angeordnet ist.

10

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselorgan ein regelbares Drosselventil (DV) ist.

15

9. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselorgan ein Dehnstoffelement aufweist.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselorgan am Kühlmittelaustritt des Ladeluft-Kühlers (LLK) angeordnet ist.

20

11. Verfahren zur Kühlung von Abgas und Ladeluft mit einer Anordnung zur Kühlung von rückgeführtem Abgas (AG) und Ladeluft (LL) bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader mit mindestens je einem Wärmetauscher für den Abgasstrom und einem Wärmetauscher für den Ladeluftstrom, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Kühlung des rückgeführten Abgases (AG) und der Ladeluft (LL) Kühlmittel des gleichen Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK) verwendet wird.

25

- 11 -

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel bei niedrigen und mittleren Motorlasten und Drehzahlen zu mehr als 50% dem Abgas-Kühler (AGK) zugeführt wird.
- 5 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel bei hohen Motorlasten und Drehzahlen, insbesondere im Bereich der Vollast, zu mehr als 50% dem Ladeluft-Kühler (LLK) zugeführt wird.

5

## Zusammenfassung

10 Die Erfindung betrifft eine Anordnung (A) zur Kühlung von rückgeführtem  
Abgas (AG) und Ladeluft (LL) bei einem Kraftfahrzeug mit einem Turbolader  
mit mindestens je einem Wärmetauscher für den Abgasstrom und einem  
Wärmetauscher für den Ladeluftstrom, wobei mindestens jeweils ein Wär-  
15 metauscher für den Abgasstrom und ein Wärmetauscher für den Ladeluft-  
strom Teil eines gemeinsamen Niedertemperaturkühlmittel-Kreislaufs (NK)  
sind, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Anordnung (A).

Fig. 1

20

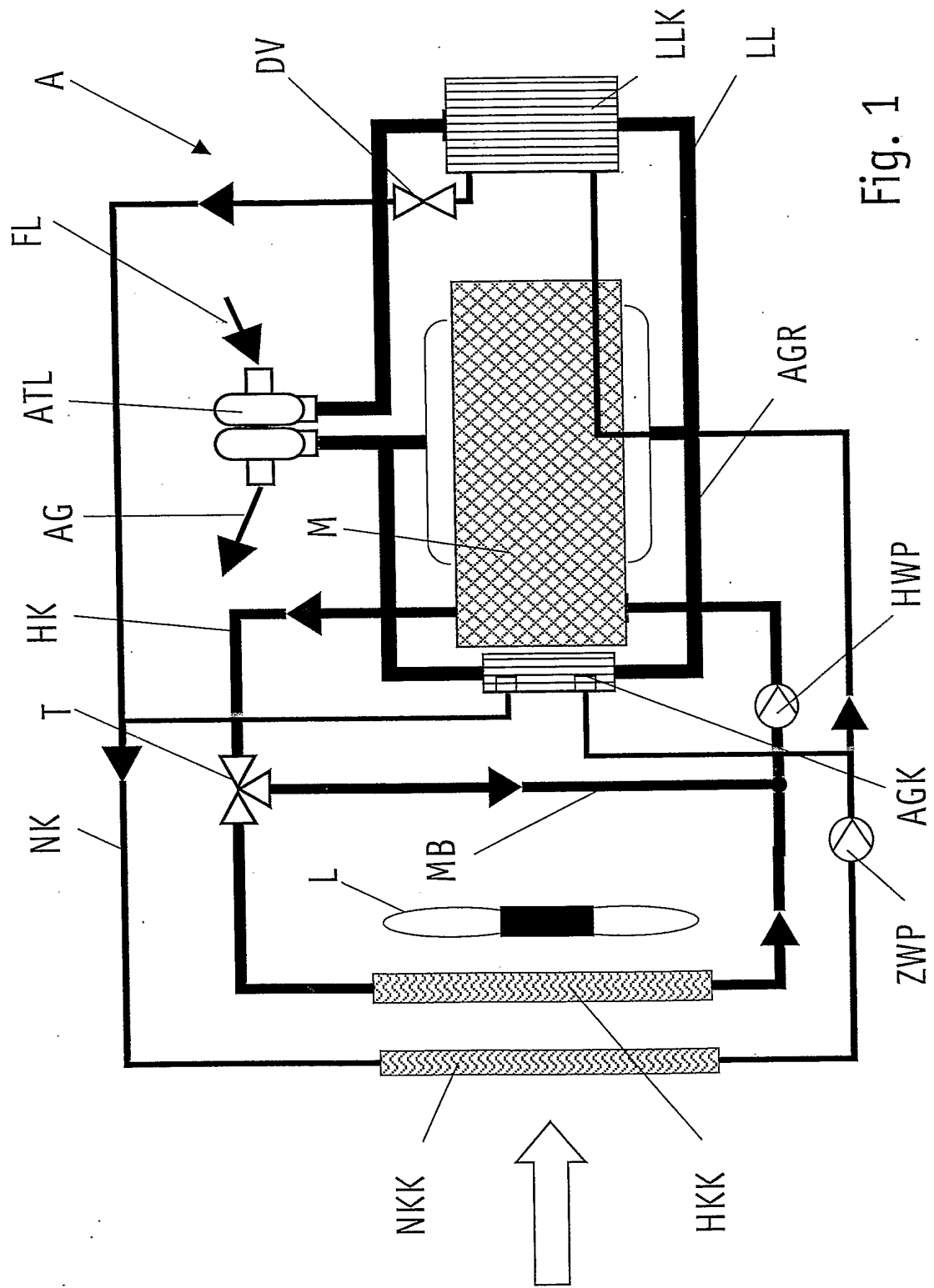


Fig. 1

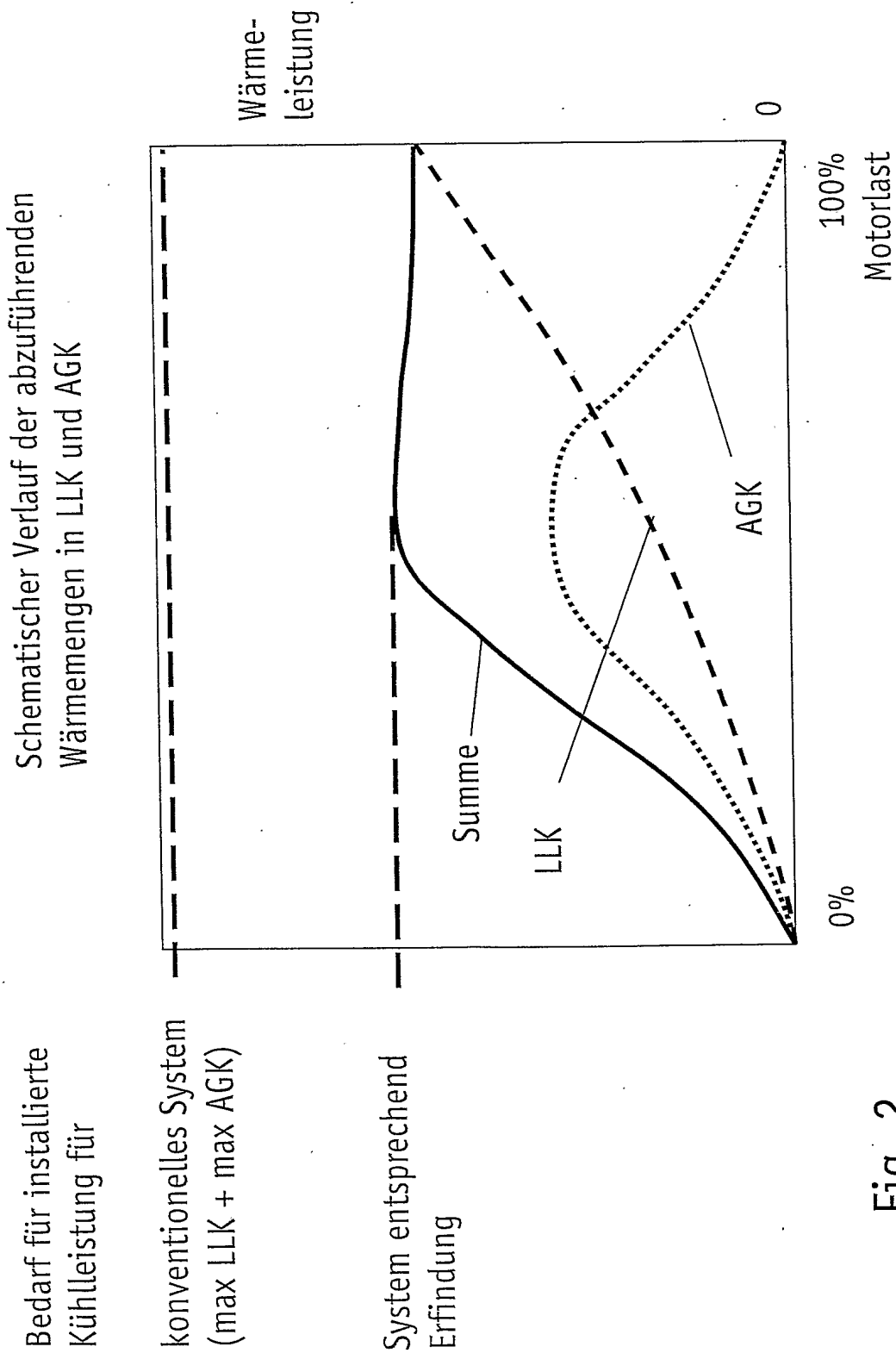


Fig. 2



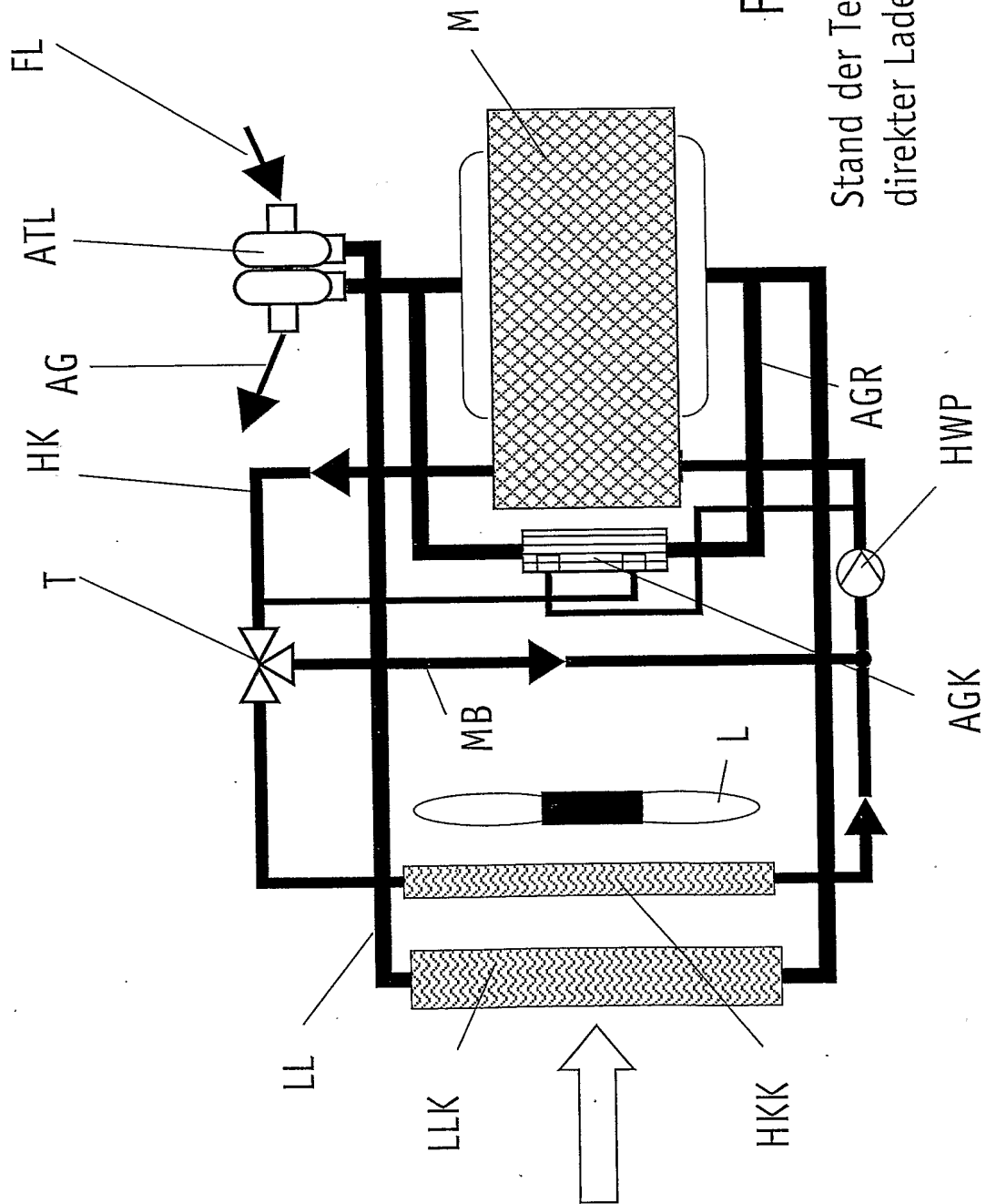


Fig. 3  
Stand der Technik mit  
direkter Ladeluftkühlung

